

УДК 622.23.05

## ВЛИЯНИЕ РАДИУСА ГЕОХОДА НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОДЫ ЗАБОЯ НОЖЕВЫМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОРГАНОМ

Пашков Д.А., инженер НЦЦТ  
Научный руководитель: Аксенов В.В., д.т.н.  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

Строительство подземных сооружений на небольших глубинах имеет тенденцию к значительному росту [1-8]. Одной из перспективных технологий строительства является геходная. Базовый элемент геходной технологии – геход [9-15].

При строительстве подземных сооружений для разрушения породы забоя применяют исполнительный орган (ИО) горной машины (гехода) [16-22]. Для оценки работы ИО существует энергетический параметр – энергоёмкость разрушения породы забоя ИО [23-25]. Одним из геометрических параметров гехода оказывающим влияние на ИО является радиус гехода.

Таким образом, определение влияния радиуса гехода на энергоёмкость разрушения породы забоя ножевым ИО гехода является актуальной задачей.

Для определения влияния радиуса гехода на энергоёмкость разрушения породы забоя ножевым ИО гехода воспользовались выражением для определения энергоёмкости разрушения породы забоя ножевым ИО гехода в работах [26-32].

В выражении присутствуют параметры геосреды. Для получения зависимости энергетических параметров взаимодействия ножевого ИО гехода с породой забоя от радиуса гехода необходимо определить параметры геосреды при условии строительства подземных сооружений геходом с ножевым ИО.

Ножевым ИО характерно резание мягких пород с коэффициентом крепости до  $f = 1$  по шкале профессора М.М. Протоdjяконова. Для исследования принята порода с коэффициентом крепости  $f = 1$  – слабый песчаник.

Для слабого песчаника Ветровым В.Ю. определены величины удельной силы резания и коэффициентов условия работы острыми ножами [33]. Значения этих параметров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Величины удельной силы резания и ее коэффициентов для условий работы острыми ножами

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
Коэффициент, учитывающий влияние угла резания	$\varphi$		0,59

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
Удельная сила резания в лобовой части прорези при угле резания $45^{\circ}$	$m_{св}$	Н/м <sup>2</sup>	97000
Сила разрушения в боковых частях прорези	$m_{бок}$	Н/м <sup>2</sup>	36000
Удельная сила среза одним из боковых ребер ножа	$m_{бок.ср}$	Н/м	8490
Угол резания	$\delta$	град	25
Угол трения	$\varphi_{тр}$	град	31,4
Коэффициент глубины расширяющей части прорези	$k_{бок}$		0,9
Угол наклона расширяющей части прорези к горизонту	$\gamma_{пр}$	град	30

Зависимость энергоемкости разрушения породы забоя ножевым ИО геолохода для острых ножей от радиуса геолохода представлена на Рисунке 1. Значения энергоемкости определены при постоянных  $r_o=0,05$  м;  $h_e=0,1$  м;  $n=2$  шт.

По оси ординат отложены значения энергоемкости разрушения породы забоя ножевым ИО геолохода (Дж/м<sup>3</sup>), по оси абсцисс – радиус геолохода (м).

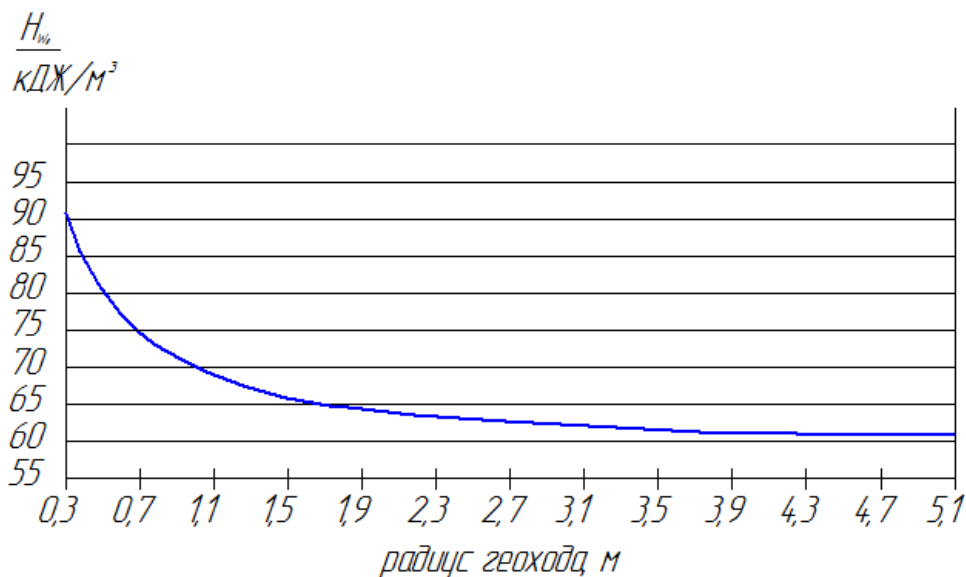


Рисунок 1 – Зависимость энергоемкости разрушения породы забоя ножевым ИО геолохода от радиуса геолохода

В ходе анализа зависимости, представленной на Рисунке 1, следует что:

- значение энергоемкости разрушения породы забоя ножевым ИО геолохода изменяется нелинейно в сторону уменьшения;
- при увеличении радиуса геолохода от 0,3 м до 1,3 м энергетический параметр уменьшается на 37%;

– при увеличении радиуса геодода от 1,3 м до 5,1 м, энергетический параметр продолжает уменьшаться на 10%.

В связи с меньшими значениями энергоемкости разрушения породы забоя ножевым ИО геодода при радиусах больше 1,3 м, целесообразно строить подземные сооружения радиусом не меньше 1,3 м.

### Список литературы

1. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. Classifications of schematic solutions of the geokhod knife operating body and the interaction surface of the geokhod operating body with bottom rock // В сборнике: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING. The conference proceedings ISPCIET'2020. 2020. С. 012002.

2. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Ананьев К.А., Ермаков А.Н. Разработка схемных решений исполнительных органов геодоходов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2014. № 3. С. 73-76.

3. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Структурная матрица геодоходов // В сборнике: СЛУЖЕНИЕ ДЕЛУ. Сборник материалов, посвященный 80-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации М.С. Сафохина. Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. Кемерово, 2006. С. 90-100.

4. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Sadovets R.V., Rezanova E.V., Efremenkov V.A. Development of a methodology for modeling complex shaped geokhod operating body in solidworks // В сборнике: IOP conference series: materials science and engineering. The conference proceedings ISPCIET'2020. 2020. С. 012005.

5. Aksenov V.V., Khoreshok A.A., Efremenkov A.B., Beglyakov V.Yu., Koperchuk A.V., Blaschuk M.Yu., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A. Areas of research on the construction of tunneling underground machines of the geokhod class // В сборнике: IOP conference series: materials science and engineering. The conference proceedings ISPCIET'2020. 2020. С. 012006.

6. Aksenov V.V., Magazov S.V., Khoreshok A.A., Efremenkov A.B., Beglyakov V.Yu., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A. Research areas of the scientific specialty "geodynamics of underground machines" // В сборнике: IOP conference series: materials science and engineering. The conference proceedings ISPCIET'2020. 2020. С. 012007.

7. Аксенов В.В., Магазов С.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Геодинамика подземных аппаратов. Формула специальности, области исследований // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2020. № 2 (138). С. 31-41.

8. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Коперчук А.В., Блащук М.Ю., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Создание проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 2 (148). С. 3-12.

9. Аксенов В.В., Магазов С.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю., Коперчук А.В., Пашков Д.А. Центр испытаний проходческих подземных аппаратов, взаимодействующих с геосредой. Области исследований // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 4 (150). С. 65-70.

10. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 1 предпосылки и основные положения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 4 (128). С. 105-114.

11. Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. Reasoning of the model sizes in modeling the interaction between tool and rock // В сборнике: E3S Web of Conferences. 3rd International Innovative Mining Symposium, PMS 2018: Electronic edition. 2018.

12. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А., Резанова Е.В. Граничные условия определения характерных точек ножевого исполнительного органа геолода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 2 (126). С. 166-173.

13. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование величины прикладываемых к забою нагрузок при моделировании взаимодействия инструмента и породы // Техника и технология горного дела. 2018. №1(1). С.11-19.

14. Пашков Д.А. Анализ существующих баровых исполнительных органов // В сборнике: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая". Конференция проходит при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Ответственный редактор Костюк Светлана Георгиевна. 2017. С. 35011.

15. Аксенов В.В., Хорешок А.А., Бегляков В.Ю. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 2 // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 5 (129). С. 43-52.

16. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Прейс Е.В., Пашков Д.А. Совершенствование математической модели определения силовых параметров ножевого исполнительного органа геолода // Горное оборудование и электромеханика. 2018. № 5 (139). С. 16-22.

17. Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Геовинчестерная технология и геолоды - инновационный подход к освоению подземного пространства // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2008. № 4. С. 19-28.

18. Вальтер А.В., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Чазов П.А. Определение погрешности расположения секторов стабилизирующей секции геолода на основе данных координатного контроля // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2015. № 4 (69). С. 31-42.

19. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Синтез технических решений ножевого

исполнительного модуля геохода // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2006. № 6-2 (58). С. 33-37.

20. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Буялич Г.Д., Бегляков В.Ю. Влияние уступа на НДС призабойной части горной выработки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № S2. С. 55-67.

21. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Влияние параметров образующей геликоида на форму ножевого исполнительного органа геохода // В сборнике: ПРИРОДНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ. СИБРЕСУРС 2016. сборник материалов XVI международной научно-практической конференции. 2016. С. 51.

22. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Оценка необходимости создания крепевого модуля геохода и его функциональных устройств // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012. № S3. С. 9-14.

23. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Влияние динамических процессов, формирующихся в рабочих режимах, на силовые параметры ножевого исполнительного органа геохода // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № S10. С. 91-106.

24. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Казанцев А.А., Вальтер А.В., Ефременков А.Б. Опыт участия в проекте по организации высокотехнологичного производства // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 8-15.

25. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Блащук М.Ю., Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Хорешок А.А., Вальтер А.В. Геоход: задачи, характеристики, перспективы // Горное оборудование и электромеханика. 2016. № 8 (126). С. 3-8.

26. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. Determining the interaction surface parameters of the geokhod knife operating body with the face rock // В сборнике: IOP conference series: materials science and engineering. The conference proceedings ISPCIET'2020. 2020. С. 012003.

27. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. Influence of the knife shape on the operating body cutting force // В сборнике: IOP conference series: materials science and engineering. The conference proceedings ISPCIET'2020. 2020. С. 012004.

28. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A. Substantiation of characteristic bending points of the blade operating body of the geokhod // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. electronic edition. 2018. С. 012005.

29. Nesterov V., Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. Solution for the location of rock cutting elements relative to the rotation center of geohod // В сборнике: E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 03001.

30. Nesterov V., Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D., Beysebayeva Zh. De-

termination of the energy capacity of face rock breaking by the geokhod's knife operating element and its dependence on the external propeller's pitch // В сборнике: E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 03024.

31. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Разработка методики определения энергоемкости разрушения горной породы ножевым исполнительным органом геохода // Горное оборудование и электромеханика. 2019. № 2 (142). С. 30-38.

32. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А., Захаров А.Ю. Влияние формы режущей кромки на силу резания ножевым исполнительным органом // Горное оборудование и электромеханика. 2020. № 1 (147). С. 30-36.

33. Ветров Ю.А. Расчет сил резания и копания грунтов. – Киев: Изд-во Киев. Ун-та, 1985. 251 с.